



## **Qualidade do ar: uso de líquens para o biomonitoramento de Sr, Zr, Br, Cu e Zn na área urbana de Frederico Westphalen, RS**

**Mariele Fioreze<sup>1</sup>, Eliane Pereira dos Santos<sup>2</sup>, Natana Schmachtenberg<sup>3</sup>,  
Alessandra Pellizzaro Bento<sup>4</sup>, Pedro Daniel da Cunha Kemerich<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria - e-mail: mariele.fioreze@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria - e-mail: elianeps@ufsm.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria – e-mail: natana\_2005@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Maria – e-mail: bentoalep@hotmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal do Pampa – e-mail: eng.kemerich@yahoo.com.br

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do ar atmosférico da cidade de Frederico Westphalen, localizada na região noroeste do RS, através da determinação de Sr, Zr, Br, Cu e Zn em amostras de líquens do gênero *Parmotrema* através da técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDX-RF). Foram comparadas as concentrações das espécies em estudo presentes em líquens que naturalmente se desenvolveram no perímetro urbano do município com as concentrações encontradas em amostras de líquens retiradas de área rural preservada da ação de poluentes urbanos. O uso do gênero *Parmotrema* como bioindicador da qualidade do ar atmosférico permitiu a visualização do aumento dos níveis de acumulação dos elementos em estudo em líquens da área urbana do município, o que comprova a existência de fontes de poluição que influenciam na qualidade do ar atmosférico neste local.

Palavras-chave: Poluição Atmosférica. Líquens. *Parmotrema*.

Área Temática: Tema 7 – Poluição Atmosférica.

## **Air quality: use of lichens for biomonitoring of Sr, Zr, Br, Cu and Zn in urban area of Frederico Westphalen, RS**

### **Abstract**

*The objective of this study is to evaluate the air quality in Frederico Westphalen, located in the northwest of the RS, through the determination of Sr, Zr, Br, Zn and Cu in samples of lichen genus *Parmotrema*. Therefore, we compared the concentrations of the species present in study lichens that naturally developed in the urban perimeter with the concentrations found in samples taken from lichens in the rural area preserved from the action of urban pollutants. The use of gender as a bioindicator *Parmotrema* quality of atmospheric air allowed to visualize the increasing levels of accumulation of elements in the study of lichens in urban area, which proves the existence of pollution sources that influence the quality of atmospheric air at this location.*

*Key words: Air Pollution. Lichens. *Parmotrema*.*

*Theme Area: Theme 7 - Air Pollution.*



## 1 Introdução

A atmosfera urbana é constituída por uma complexa mistura de gases e materiais particulados, dentre os quais se encontram vários agentes poluentes que colocam em risco a vida e integridade dos componentes bióticos e abióticos. Os principais poluentes atmosféricos em ascensão são os compostos de enxofre ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), compostos orgânicos de carbono (álcoois, aldeídos, cetonas, óxidos orgânicos), compostos de nitrogênio ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), monóxido e dióxido de carbono ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ), compostos halogenados ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ , cloretos, fluoretos), materiais particulados (mistura de compostos, onde se incluem os metais pesados), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e oxidantes fotoquímicos como o ozônio ( $\text{O}_3$ ) e o nitrato de peroxiacetila (PAN) (CANÃS & PIGNATA, 2003; MARTINS *et al.*, 2008). Vários são os estudos que visam encontrar alternativas para o acompanhamento destes poluentes, baseados na importância de se ter um sistema constante de monitoramento, que resulte em dados confiáveis a respeito da qualidade do ar atmosférico.

Neste cenário, cresce a utilização de organismos cosmopolitas para fins de avaliação da poluição no meio ambiente, com destaque para cascas e folhas de plantas superiores, musgos e líquens (ASLAN *et al.*, 2006; CONTI & CECCHETTI, 2001). Devido à sua maior capacidade de acumulação de metais, as plantas inferiores como musgos e líquens são os mais frequentemente utilizados para monitorar a poluição de metais em ambientes urbanos (ASLAN *et al.*, 2006). Esses organismos, que absorvem contaminantes ambientais, podem ser utilizados como indicadores da biodisponibilidade de um determinado contaminante durante certo período de tempo, permitindo, inclusive, a comparação entre níveis de contaminantes em áreas geograficamente diferentes (FUGA, 2006).

Os líquens, organismos formados pela simbiose entre um fungo e uma ou mais algas ou cianobactérias, se destacam por sua ampla distribuição geográfica, se estendendo de regiões polares às tropicais, onde, na condição de organismos de vida livre, seriam raros ou talvez nem existissem (HONDA & VILEGAS, 1998). São organismos com nutrição higroscópica, não apresentam sistema radicular de absorção, possuem cutícula reduzida ou inexistente, incorporando com facilidade os poluentes circulantes (CUNHA *et al.*, 2007; PILEGRAARD, 1978). Os líquens possuem características que os qualificam como biomonitores ideais, dentre as quais podem ser citadas a morfologia que não sofre significativas modificações ao longo das estações, sua longevidade e a rápida absorção e acumulação de íons metálicos (GARTY, 1997; PANDEY *et al.*, 2002).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade do ar na área urbana de Frederico Westphalen, RS, através das determinações dos elementos químicos estrôncio (Sr), zircônio (Zr), bromo (Br), cobre (Cu) e zinco (Zn) em amostras de líquens do gênero *Parmotrema*.

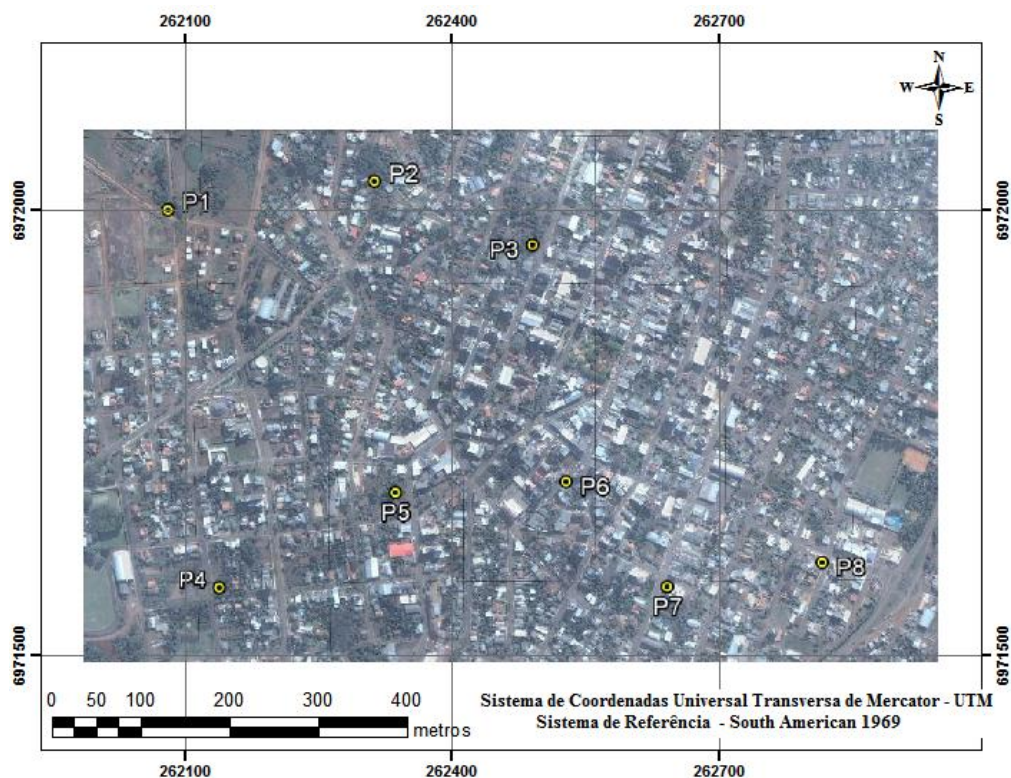
## 2 Material e métodos

### 2.1 Caracterização da área em estudo

Para a realização deste estudo, foram definidos oito pontos de amostragem a partir de uma imagem de satélite da área urbana de maior fluxo veicular do município de Frederico Westphalen, conforme observado na Figura 1.



Figura 1 - Imagem de satélite representativa da área de maior concentração urbana e fluxo de veículos de Frederico Westphalen, onde foram definidos os oito pontos de amostragem.



Fonte: adaptado de Google Earth.

## 2.2 Bioindicadores utilizados no trabalho

Foram utilizados líquens do gênero *Parmotrema*, epifíticos do tipo folhoso, comuns na região em estudo e de fácil identificação por apresentarem lobos relativamente largos (superiores a cinco milímetros), talo amarelo esverdeado e córtex com alta concentração de ácido úsnico.

## 2.3 Coleta e preparo das amostras

Amostras de líquens do gênero *Parmotrema* foram coletadas de uma área rural, preservada da intervenção de poluentes atmosféricos urbanos devido ao baixo tráfego de veículos e distância relativamente grande de indústrias e agroindústrias. Para a realização da coleta, foram utilizados luvas e material inerte para raspagem. Foram retiradas do tronco de diferentes espécies arbóreas amostras de líquens que se encontravam a uma altura média de dois metros do solo. As amostras foram armazenadas em envelopes de papel até encaminhamento ao Laboratório de Análises Químicas (LAPAQ) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *campus* Frederico Westphalen.

Posteriormente, foram coletadas amostras de líquens *Parmotrema* que naturalmente se desenvolveram na área urbana do município, no local dos pontos de amostragem pré-definidos. Estes foram coletados seguindo a mesma metodologia utilizada para coleta dos líquens de área rural preservada e igualmente encaminhados ao LAPAQ.

Previamente às determinações analíticas, as amostras de líquens passaram por processo de lavagem com água deionizada, foram secas em estufa com circulação de ar à



temperatura de 60°C por 24 horas e moídas manualmente para homogeneização granulométrica com a utilização de gral e pistilo.

#### 2.4 Determinações analíticas

As determinações analíticas dos elementos em estudo foram realizadas a partir de um Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva, modelo *Shimadzu* EDX-720. Para a calibração do equipamento, foi utilizado o padrão A-750, composto de alumínio, estanho, magnésio, ferro e cobre, para fins de correção dos efeitos de absorção e calibragem das linhas espectrais dos elementos analisados (WASTOWSKI *et al.*, 2010).

As amostras de líquens, devidamente secas e homogeneizadas, foram acondicionadas em porta amostras padrão de polietileno, sob um filme Mylar® de 6 µm de espessura esticado ao fundo deste. Foram utilizadas 10 g de líquen (peso seco), sendo cada amostra submetida à triplicata de análises para maior confiabilidade dos resultados.

### 3 Resultados e discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos com as determinações analíticas dos elementos estrôncio (Sr), zircônio (Zr), bromo (Br), cobre (Cu) e zinco (Zn) acumulados em amostras de líquens *Parmotrema* que naturalmente se desenvolveram na área urbana de Frederico Westphalen e de amostras líquens *Parmotrema* retirados de área rural preservada da interferência de poluentes atmosféricos urbanos, coletadas em agosto de 2010.

Tabela 1 - Concentrações de Sr, Zr, Br, Cu e Zn em amostras de líquens *Parmotrema* retiradas da área urbana e da área rural de Frederico Westphalen, em agosto de 2010.

| Local de Amostragem | Concentrações (mg Kg <sup>-1</sup> ) |              |             |             |              |
|---------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
|                     | Sr                                   | Zr           | Br          | Cu          | Zn           |
| Ponto 1             | 39,18±3,34                           | ND*          | 14,96±9,10  | ND*         | ND*          |
| Ponto 2             | 45,51±11,92                          | ND*          | 16,09±9,82  | 88,92±12,70 | 81,53±17,16  |
| Ponto 3             | 30,00±16,69                          | 13,10±7,71   | ND*         | 60,89±21,13 | 88,42±9,87   |
| Ponto 4             | 87,10±13,76                          | 139,62±30,14 | ND*         | ND*         | ND*          |
| Ponto 5             | 16,59±10,21                          | 23,85±8,48   | ND*         | ND*         | ND*          |
| Ponto 6             | ND*                                  | ND*          | 60,43±20,25 | 54,77±15,00 | 133,98±38,01 |
| Ponto 7             | 29,07±14,42                          | ND*          | ND*         | ND*         | ND*          |
| Ponto 8             | 80,02±16,51                          | 46,48±11,36  | ND*         | 87,82±15,36 | 59,07±26,35  |
| Área Rural          | 13,51±3,75                           | ND*          | ND*         | 13,83±9,29  | 12,49±6,90   |

\*Valor não detectado

Conforme observado na Tabela 1, para os líquens oriundos da área urbana, as concentrações de Sr variaram de 87,10±13,76 mg Kg<sup>-1</sup> no ponto de amostragem 4 à concentrações não detectadas (ND) no ponto de amostragem 6. Para Zr, as concentrações variaram de 139,62±30,14 mg Kg<sup>-1</sup> no ponto de amostragem 4 à ND nos pontos 1, 2, 6 e 7. O elemento Br apresentou concentrações oscilando de 60,43±20,25 mg Kg<sup>-1</sup> no ponto de amostragem 6 à ND no pontos 3, 4, 5, 7 e 8. As concentrações de Cu variaram de 88,92±12,70 mg Kg<sup>-1</sup> no ponto de amostragem 2 à ND nos pontos 1, 4, 5 e 7. E, para o elemento Zn, as concentrações apresentaram oscilações de 133,98±38,01 mg Kg<sup>-1</sup> no ponto de amostragem 6 à ND nos pontos 1, 4, 5 e 7. Vale ser destacado que a não detecção da presença de elementos em algumas análises não indica a ausência total destes nas amostras, uma vez que estas espécies podem estar presentes em concentrações inferiores ao limite de detecção (LD) do equipamento utilizado para a realização das determinações.

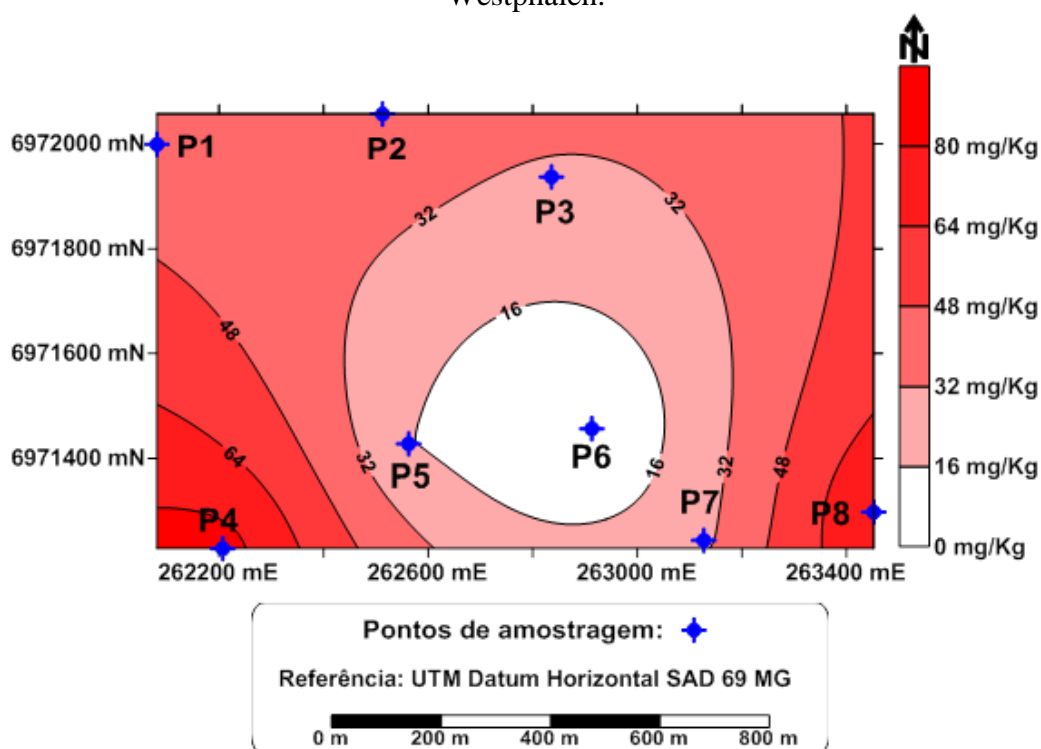


Pode ser verificado que as concentrações dos elementos Sr, Zr, Br, Cu e Zn em líquens da área rural mostraram-se inferiores às concentrações encontradas em líquens oriundos da área urbana. Tal fato demonstra a existência e influência de agentes poluentes no perímetro urbano de Frederico Westphalen, os quais geram materiais particulados que são absorvidos pelos líquens em seus processos de nutrição.

As Figuras 2 e 3 ilustram as espacializações de Sr e Br na área urbana em estudo.

Os maiores valores de Sr são observados nas extremidades Sudoeste e Sudeste da Figura 2, nos pontos de amostragem 4, situado próximo a um campus universitário e 8, próximo ao trevo de acesso ao município de Frederico Westphalen, as margens da BR 386.

Figura 2 - Espacialização das concentrações de estrôncio no perímetro urbano de Frederico Westphalen.



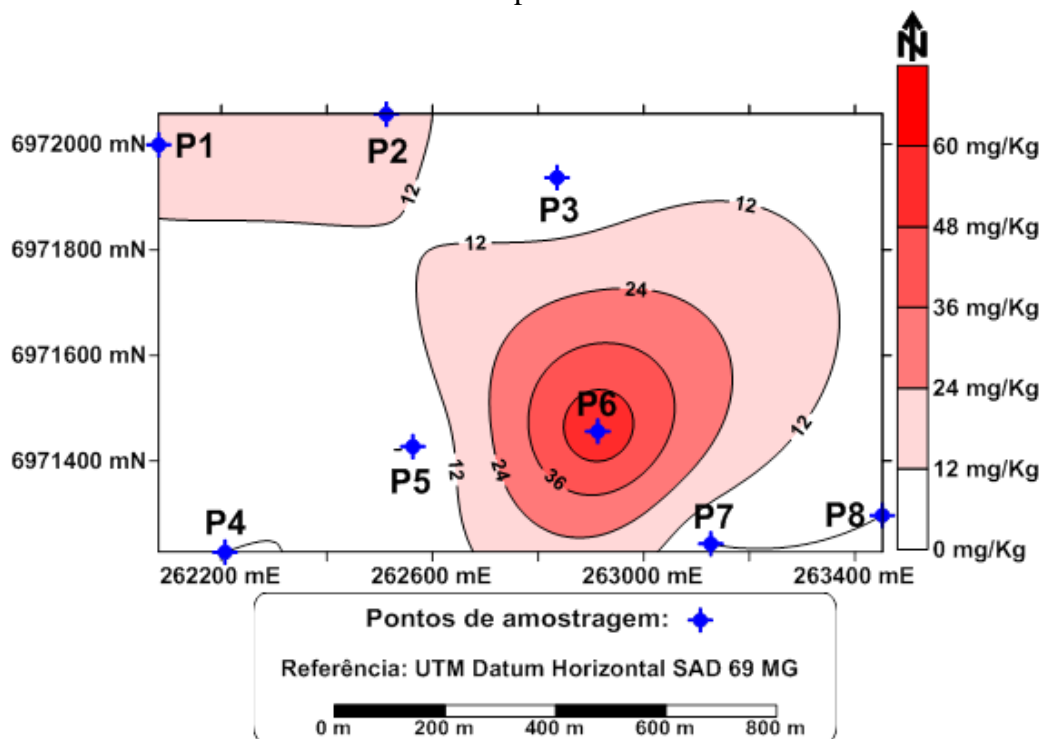
Para o elemento Br, as maiores concentrações encontram-se ao centro da Figura 3, no ponto de amostragem 6, situado no centro comercial do município em estudo.

As áreas onde as maiores concentrações dos elementos em estudo foram encontradas, com destaque para os locais onde estão situados os pontos de amostragem 4, 6 e 8, apresentam intenso tráfego veicular durante a maior parte do dia. Desta forma, fica evidenciada a influência dos veículos automotivos na composição do ar atmosférico do município.





Figura 3 - Espacialização das concentrações de bromo no perímetro urbano de Frederico Westphalen.



#### 4 Conclusões

O gênero de líquens *Parmotrema* apresentou resultados satisfatórios quanto ao seu uso como biomonitor da qualidade do ar da área urbana de Frederico Westphalen, permitindo a verificação do aumento de acumulação dos elementos estrôncio, zircônio, bromo, cobre e zinco em líquens de área urbana quando comparados com líquens de área rural. Assim fica evidenciada a existência de fontes de poluição que influenciam na qualidade do ar atmosférico do município.

Porém, a qualidade do ar na área em estudo não demonstra índices preocupantes de poluição, devido ao fato do gênero de líquens *Parmotrema* apenas se proliferar em áreas, no máximo, levemente poluídas. Visto que grandes quantidades de indivíduos deste gênero de líquens estão presentes em todo o perímetro urbano do município, não é alarmante a condição atual de qualidade do ar atmosférico, apesar da existência de fontes de poluição.

#### Referências

ASLAN, A.; BUDAK, G.; TIRAŞOĞLU, E.; KARABULUT, A. Determination of elements in some lichens in Giresun and Ordu province (Turkey) using energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry. **Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer**, n.97, p.10-19, 2006.



CANÃS, M.S.; PIGNATA, M.L. Efecto de contaminantes atmosféricos urbano-industriales sobre el liquen *Parmotrema austrosinense* (Zahlbr.) Hale. **Ciência**, v.1, n.1, p.87-99, dez. 2003.

CONTI, M. E.; CECCHETTI, G. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment – a review. **Environmental Pollution**, n.114, p.471-492, 2001.

CUNHA, M. H. A. da; SILVA, J. M. da; MOTA FILHO, F. de O.; SILVA, N. H. da; PEREIRA, E. C. G. *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr., para diagnostico da salubridade do ar decorrente da extração e beneficiamento de calcário em Vertente do Lério, Pernambuco (Brasil). **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.8, n.22, p.49-65, set. 2007.

FUGA, A. **Uso de liquens epifíticos no biomonitoramento da poluição atmosférica da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2006. 125 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – IPEN, Universidade de São Paulo, 2006.

GARTY, J. Lichens as Biomonitors for Heavy Metal Pollution. Marker (ed.), *Plants as Biomonitors*, VCH Verlagsgesellschaft mbH, **Publishers Inc.**, New York Germany, p.193–263, 1997.

HONDA, N. K.; VILEGAS, W. A química dos liquens. **Química Nova**, v.21. n.6, p.110-125, 1998.

MARTINS, S.M. de A.; KÄFFER, M.I.; LEMOS, A. Liquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termelétrica, Rio Grande do Sul, Brasil. **Hoehnea**, v.35, n.3, p.425-433, 2008.

PANDEY, V.; UPRETI, D.K.; PATHAK, R.; PAL, A. Heavy metal accumulation in lichens from the hetauda industrial area Narayani zone Makwanpur district, Nepal. **Environmental Monitoring and Assessment**, n.73, p.221-228, 2002.

PILEGAARD, K. Airborne metals and SO<sub>2</sub> monitored by epiphttic lichens in an industrial area. **Environ. Pollut.** 17:81 – 91 p., 1978.

WASTOWSKI, A.D.; ROSA, G.M. da; CHERUBIN, M.R.; RIGON, J.P.G. Caracterização de elementos químicos em solo, submetidos a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva. **Química Nova**, v.33, n.7, 2010.